

# 1. ЭМАНИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

При допировании образцов материнскими изотопами эманации, возможно возникновение четырех ситуаций!

**Цепочка Ц0** - образования радиоактивного инертного газа (например  $^{222}\text{Rn}$ ) в ходе диффузионного эксперимента не происходит (Вернее происходит - из-за наличия в образце материнского изотопа эманации (например,  $^{226}\text{Ra}$ ), но при малых временах диффузионного эксперимента и из-за большого периода полураспада радия образованием эманации можно пренебречь).

**Цепочка Ц1** - радон в ходе диффузионного эксперимента непрерывно образуется из радия изотопа.

Пример:  $^{226}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha, T=1620 \text{ лет}} ^{222}\text{Rn} \xrightarrow{\alpha, T=3,84 \text{ дня}}$  Долговременные эксперименты: время диффузии сравнимо или больше периода полураспада эманации.

Примеры:  $^{224}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha, T=3,64 \text{ дн}} ^{220}\text{Rn}(\text{Tn}) \xrightarrow{\alpha, T=51,5 \text{ дня}}$  и  $^{223}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha, T=11,7 \text{ дн}} ^{219}\text{Rn}(\text{An}) \xrightarrow{\alpha, T=3,9 \text{ сек}}$

**Цепочка Ц2** – радон образуется из материнского радионуклида через промежуточный элемент (из тория, через радий)

Примеры:  $^{228}\text{Th} \xrightarrow{\alpha, T=1,9 \text{ лет}} ^{224}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha, T=3,64 \text{ дн}} ^{220}\text{Rn}(\text{Tn}) \xrightarrow{\alpha, T=51,4 \text{ сек}}$

$^{227}\text{Th} \xrightarrow{\alpha, T=18,2 \text{ дн}} ^{223}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha, T=11,7 \text{ дн}} ^{219}\text{Rn}(\text{An}) \xrightarrow{\alpha, T=3,9 \text{ сек}}$

**Цепочка Ц3** - радиоактивный инертный газ образуется из материнского изотопа через два промежуточных радионуклида (из актиния через торий и радий)

Пример:  $^{227}\text{Ac} \xrightarrow{\beta, 21 \text{ лет}} ^{227}\text{Th} \xrightarrow{\alpha, T=18,2 \text{ дн}} ^{223}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha, T=11,7 \text{ дн}} ^{219}\text{Rn}(\text{An}) \xrightarrow{\alpha, T=3,9 \text{ сек}}$

Существуют различные способы введения материнского изотопа эманации (МИ) в образец, приводящие в конечном счёте к различным типам концентрационных профилей эманации. При введении МИ (например, радия) методом ионной бомбардировки, образовавшаяся эманация концентрируется в приповерхностном слое материала, толщина которого определяется величиной пробега ускоренных ионов МИ и пробегом отдачи атома эманации в материале образца. При введении МИ в вещество в ходе совместной кристаллизации (метод Хана [5]) МИ равномерно распределяется по твердому телу, тогда как концентрация эманации в тонком приповерхностном слое падает при приближении к поверхности образца, а в остальном материале распределяется равномерно. При введении МИ по методу Линдера (МЛ) [6] образец в течение месяца выдерживается в растворе, содержащем МИ в радиоактивном равновесии с продуктами его распада. В результате эффекта отдачи продукты распада МИ вводятся в твердое тело (глубина внедрения эманации определяется величинами пробегов отдачи в растворе и твердом теле, а так же длиной цепочки радиоактивных превращений), распределение эманации по образцу падает от поверхности к центру. Метод пропитки (МП) основан на упаривании раствора, содержащего МИ на поверхности объекта исследования с доследующий выдержкой меченого образца на воздухе, в ходе которой продукты распада МИ (в том числе и эманация) внедряются в приповерхностный слой за счет эффекта отдачи. В этом случае эманация концентрируется в тонком приповерхностном слое. Возможность возникновения указанных выше характерных типов распределений МИ и эманации по толщине образца приходится учитывать на всех этапах построения феноменологической теории эманационного метода.

Для количественной характеристики процесса эманирования вводится понятие эманлирующей способности (ЭС) твердых тел. Под дифференциальной эманлирующей способностью понимают отношение скорости выделения эманации к скорости образования ее в образце [7]:

$$E = \frac{J(t)}{G(t)} \quad (1)$$

где  $G(t)$  - скорость образования эманации в момент времени  $t$ ,  $J(t)$  - скорость выделения эманации из образца (поток).

Интегральная эманлирующая способность - отношение количества выделившейся ко времени  $t$  эманации к общему количеству образовавшегося за это время газа:

$$\bar{E} = \frac{\int_0^t J(\tau) e^{-\lambda(t-\tau)} d\tau}{\int_0^t G(\tau) e^{-\lambda(t-\tau)} d\tau} \quad (2)$$

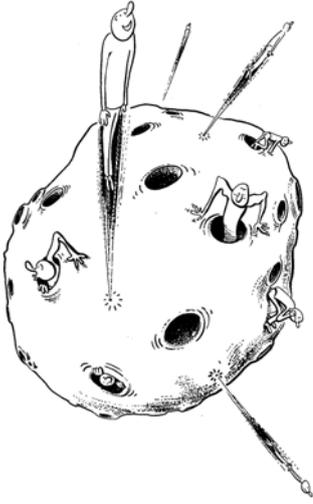
Обычно эманлирующую способность измеряют в стационарном состоянии, когда ни поток эманации, ни скорость её генерации не изменяются во времени.

Суммарный процесс газовой выделению состоит из эманирования за счет отдачи,  $E_R$ , и эманирования за счет диффузии,  $E_D$ :

$$E = E_R + E_D \quad (3)$$

В основу теории эманационного метода положена модель зерна [7]. Зерну приписывается какая-либо простая геометрическая форма – сфера, пластина, цилиндр, брусок и т.п. В первом приближении можно

считать, что свойства зерна являются изотропными, эманация находится в равновесии со своим материнским изотопом и распределение МИ не изменяется в ходе диффузионного эксперимента. Поскольку скорость образования эманации постоянна, то основная проблема заключается в вычислении потоков, покидающих зерно за счет отдачи и за счет диффузии.



*Атомы эманации имеют различную судьбу: одни погибают непосредственно в твёрдом теле, другие выбрасываются из материала за счёт эффекта отдачи, третьи выходят на поверхность путём свободной диффузии и покидают твёрдое тело путем десорбции, четвёртые, выбравшись на поверхность адсорбируются на ней и пребывают в неподвижном состоянии до самой смерти, пятые мигрируют по поверхности, переходя в неподвижное состояние или десорбируясь.*